Wildnis kehrt zurück in den Ballungsraum

Die neuen Wälder des Ruhrgebietes

P. Gausmann, J. Weiss, P. Keil und G. H. Loos

1 | Einleitung

Das Ruhrgebiet (s. Abb. 2) als einer der größten industriellen Ballungsräume der Erde war bis Ende der 1970er Jahre weitgehend von der Montanindustrie (Kohle-, Eisen- und Stahlindustrie) geprägt. Die Steinkohlenkrise Ende der 1950er Jahre und die Stahlkrise Mitte der 1970er Jahre hatten eine Reihe von Bergwerks- und Stahlwerksschließungen zur Folge und waren sichtbare Signale für den Strukturwandel. Seitdem sind im Ruhrgebiet große Flächen der ehemaligen Montanindustrie brachgefallen, d. h. es findet keine industrielle Nutzung mehr auf ihnen statt. Die Gesamtfläche der industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet wird heute auf ca. 10 000 ha geschätzt [13]. Bei der Bereitstellung eines solch enormen Freiraumpotenzials stellt der Mangel an öffentlichen Finanzmitteln für Altlastenbeseitigung, Aufbereitung und Erschließung ein grundlegendes Problem dar [10]. Kommunen, Behörden und Städteplaner, die versuchen, solche Flächen wieder zu „recyclen“ bzw. zu reaktivieren und in eine neue Nutzung zu überführen, sehen sich daher einer Vielzahl von Entscheidungen gegenübergestellt. Dabei ist das Zulassen der Rückkehr von Tier- und Pflanzenwelt eine Möglichkeit, wieder mehr Natur in die Städte zu bringen. Dass dabei wertvolle und artenreiche Lebensgemeinschaften entstehen können, haben die Untersuchungen, die bis heute auf diesen Flächen durchgeführt wurden, zweifelsohne gezeigt (vgl. Beitrag von *Keil, Fuchs* u. *Loos* in diesem Heft [8]).

2 | Das Projekt „Industriewald Ruhrgebiet“

Mit der aufkommenden Frage nach der weiteren Entwicklung der entstandenen Restflächen wurde als letztes Projekt der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscherpark im Jahre 1995 ein Versuch gestartet, solche Flächen auch im Zuge einer

Pionierstadien

Pionierfläche Alma (PA)
- frisches Bergematerial
- beginnendes Hochstaudenstadium

Pionierfläche Zollverein (PZ)
- frisches Bergematerial
- hoher Grad an anthropogener Störung

Verbuschungsstadien

Verbuschungsfläche Alma (VA)
- Bauschuttfläche
- (verbuschende) Hochstaudenflur

Verbuschungsfläche Rheinelbe (VR)
- Bergematerial
- Birkenvorwald (10–15 Jahre alt)

Waldstadien

Waldstadium Zollverein (WZ)
- Bergematerial
- Robinienforst (100 Jahre alt)
- beginnende Zerfallsphase

Waldstadium Rheinelbe (WR)
- Bergematerial
- Birkenwald (50 Jahre alt)

Abb. 1: Übersicht über die Untersuchungsflächen des Projektes „Industriewald Ruhrgebiet“ in unterschiedlichen Sukzessionsstadien [12]

ökologischen Langzeituntersuchung (Monitoring) zu beobachten. Im Projekt „Industriewald Ruhrgebiet“, das aktuell von der Landesanstalt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Recklinghausen betreut wird, werden auf sechs ausgewählten Daueruntersuchungsflächen (s. Abb. 1) vegetationskundliche, bodenkundliche und bodenfaunistische sowie waldstrukturelle Untersuchungen durchgeführt. Ziel des Projektes ist es, im Rahmen einer ökologischen Begleitforschung folgende Fragen zu beantworten [12]:

- wie erfolgt die Bodenreifung und wie entwickelt sich der Humusgehalt im Boden,
- welche Pflanzenarten besiedeln als erste die offenen Böden der Industriebrachen,
- wie und wann verschieben sich die Mengenverhältnisse der Arten in der Pflanzendecke,
- welche Zeiträume braucht die Natur, um neu geschaffene Standorte zu besiedeln,
- welche Baumarten werden sich im Verlauf der Sukzession langfristig durchsetzen,
- welche Unterschiede in der Vitalität und im Wachstumsverlauf zeichnen sich bei verschiedenen Baumarten ab,
- welche Tierarten stellen sich in den verschiedenen Entwicklungsphasen ein,
- welche Faktoren beeinflussen die Sukzession, wie verändern sie sich im Laufe der Zeit und
- wie beeinflussen sie sich gegenseitig,
- welche Eigenschaften haben die neu entstandenen Biozönosen oder kommt es sogar zur Angleichung dieser Wälder mit bereits bekannten Waldtypen, z. B. einem Eichen- oder Buchenwald ?

Das gesamte Projekt umfasst heute elf Waldflächen im Ruhrgebiet (s. Abb. 2) mit

Abb. 2: Lage der Untersuchungsflächen des Industriewaldprojektes im Ruhrgebiet (Abkürzungen: A = Zeche Alma; BI = Zeche Bismarck; C = Chemische Werke Schalke; CO = Zeche Constantin; EL = Zeche Emscher-Lippe; H = Kokerei Hansa; KL = Zeche König Ludwig; R = Zeche Rheinelbe; VI = Zeche Viktor; W = Zeche Waltrop; Z = Zeche Zollverein)

einer Gesamtfläche von 244 ha (s. Tab. 1). Die so gewonnenen Daten sollen Informationen bezüglich Zeitdauer und Verlauf der Sukzession liefern, dies jedoch nicht repräsentativ, um allgemeingültige Aussagen zu treffen, sondern um Modelle zu entwickeln, wie und in welchen Zeiträumen Sukzession auf solchen Brachflächen ablaufen kann. Solche Sukzessionsmodelle liefern wertvolle Daten und Informationen, wie sich die Natur auf solch völlig neu entstandenen, stark anthropogen veränderten Standorten, die es in dieser Form in der Naturlandschaft nicht gibt, entwickelt. Der Artikel in diesem Heft umfasst ausschließlich die floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen des Projektes, speziell zur Waldentwicklung. Die Benennung der botanischen Pflanzennamen in diesem Artikel richtet sich nach den gültigen Standardnomenklaturen [5, 14].

Tab. 1: Übersicht und Größe der Flächen des Projektes „Industriewald Ruhrgebiet" [2]

Gelände	Größe (in ha)
Zeche Rheinelbe	42
Zeche Alma	26
Zeche Graf Bismarck	20
Chemische Werke Schalke	13
Zeche Waltrop	26
Zeche Emscher-Lippe 3/4	34
Zeche Constantin 10	8
Zollverein Schacht I, II, VII, XII und Kokerei	41
Kokerei Hansa	20
Zeche König Ludwig 1/2	2
Zeche Viktor 3/4	12
Σ 11	Σ 244

Abb. 3: Natürlich aufgewachsener Pionierwald mit Hänge-Birke und Sal-Weide auf dem Brachgelände der ehemaligen Zeche Alma in Gelsenkirchen-Ückendorf (Foto: *P. Gausmann*)



Alter des Bestandes	Sukzessionsstadium	Höhe der Vegetation
10 Jahre	Birkenbusch / Weiden-Sommerflieder-Brombeergestrüpp	ca. 3 m
15 Jahre	niedriger Birken-Weiden-Pappeln-Vorwald	ca. 5 m
25 Jahre	grasreicher, straucharmer Birken-Vorwald	ca. 8 m
30–50 Jahre	farn- und strauchreicher Birken-Vorwald	ca. 14 m

Tab. 2: Zeitlicher Verlauf der Gehölzsukzession (Sukzessionsreihe) auf Industriebrachen im Ruhrgebiet

Abb. 4: Verbuschungsstadium in Form eines Birkengebüschs auf der Industriebrache Waldteichgelände in Oberhausen (Foto: *P. Keil*)



Abb. 5: Selbst inmitten stillgelegter Hochofenanlagen stellt sich ein Pionierwald ein – hier auf dem Gelände der ehemaligen Stahlhütte im Landschaftspark Duisburg-Nord (Foto: *P. Gausmann*).



3 | Was ist ein Industriewald ?

Ein Industriewald ist ein Wald, der auf Brachflächen von Industrie (im Ruhrgebiet vor allem Kohle- und Stahlindustrie), Gewerbe und Verkehrsinfrastruktur (z. B. ehemaliges Bahngelände) wächst, also auf naturfernen Standorten, die stark vom Menschen beeinflusst worden sind (s. Abb. 3 u. 5 sowie Abb. U4.7 auf der Heftrückseite). Die Standortbedingungen wurden durch industrielle Aktivitäten stark verändert, sodass unter diesen Bedingungen, die für eine Ansiedlung von Pflanzen und Bäumen denkbar ungünstig erscheinen, hauptsächlich anspruchslose Pionierbaumarten wie Hänge-Birke (*Betula pendula*), Sal-Weide (*Salix caprea*) und Zitter-Pappel (*Populus tremula*) auftreten. Vor allem die Hänge-Birke tritt hier als Pionier auf. Sie ist in der Lage, durch ihre geringen Ansprüche an Wasser- und Nährstoffversorgung auch noch die ungünstigsten Standorte zu besiedeln. Dass diese drei Baumarten zusätzlich noch Unmengen an leichten, flugfähigen Samen produzieren, macht sie zu Vorreitern der Waldentwicklung auf neu geschaffenen Freiflächen.

4 | Waldentwicklung und Sukzession

Nachdem die Sukzession auf vegetationsfreien Brachflächen verschiedene krautige Stadien – i. d. R. Hochstaudenstadien – durchlief, stellen sich mit der Zeit die ersten Gehölze wie Sommerflieder, Birken, Weiden, Pappeln und verschiedene Brombeerarten ein und es entstehen Verbuschungs- und Vorwaldstadien, je nach Höhe der Vegetation bzw. dem Alter der Pionierbaumarten [4]. Das Verbuschungsstadium (s. Abb. 4 u. Abb. U4.6) schließt sich im weiteren Verlauf der Sukzession unmittelbar an das Hochstaudenstadium an (vgl. Beitrag von *Keil, Fuchs* u. *Loos* in diesem Heft [8]). Erste Gehölze treten auf, im Ruhrgebiet auf Industrie- und Gewerbebrachen v. a. Pionierbaum- und Pionierstraucharten wie Hänge-Birke, verschiedene Weiden- und Pappelarten, Sommerflieder sowie zahlreiche Brombeerarten, die an der Bildung von bis ca. drei Meter hohen Birkenbusch- und Weiden-Sommerflieder-Brombeergestrüppbeständen beteiligt sind (s. Tab. 2). Im Pionierwaldstadium haben die Gehölze dann zum ersten Mal Baumcharakter, d. h. sie weisen Wuchshöhen von mindestens fünf Metern auf, auch das Kronendach beginnt allmählich sich zu schlie-

ßen und dichter zu werden. Die Bezeichnung Vorwald, die für dieses Stadium der Sukzession ebenfalls gebräuchlich ist, bezieht sich auf die zukünftige Entwicklung dieser Wälder, da man davon ausgeht, dass die Sukzession in diesem Stadium noch nicht ihren Endpunkt erreicht hat, sondern sich weiter in Richtung einer Schlussgesellschaft (= Klimax) entwickelt, von der man heute noch nicht mit Bestimmtheit sagen kann, aus welchen Baumarten sie sich letztendlich zusammensetzen wird.

Im zeitlichen Verlauf der dynamischen Vegetationsentwicklung lässt sich also eine sog. Sukzessionsreihe beobachten (s. Tab. 2), wobei mit fortschreitendem Alter der Bestände die Höhe der Gehölze zunimmt (vgl. Abb. 3 und Abb. U4.8). Auch der pH-Wert des Ausgangssubstrates spielt bei der Verteilung der Pioniergehölze eine Rolle: so dominiert auf dem sauren Bergematerial der Steinkohlebrachen und -halden meist die Hänge-Birke (*Betula pendula*), wogegen auf Brachflächen der Stahlindustrie, die stets höhere pH-Werte aufweisen, vermehrt Sal-Weide (*Salix caprea*) und Pappeln auftreten. Häufige krautige Arten in diesen Vorwäldern sind Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und Große Brennnessel (*Urtica dioica*), auch das anspruchslose Krücken-Kurzbüchsenmoos (*Brachythecium rutabulum*) tritt häufig flächenhaft auf [4].

Industrielle Pionierwälder stellen aus Sicht der Vegetationsentwicklung lediglich eine Momentaufnahme dar, denn die Sukzession ist mit dem Pionierwaldstadium nicht an ihrem Endstadium angelangt. Die Frage, welche Baumart die Pioniergehölze einmal ablösen wird, lässt sich – nach dem jetzigen Kenntnisstand der Sukzessionsforschung – noch nicht eindeutig klären. So kann man eine ganze Reihe verschiedener Baumarten wie Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Vogel-Kirsche (*Prunus avium*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Feld-Ahorn (*Acer campestre*) als Jungwuchs in der Kraut- und Strauchschicht der Industriewälder beobachten (s. Abb. 6; vgl. S. 22). Neben diesen einheimischen Gehölzen kommt aber noch eine Vielzahl von Baumarten vor, die aus dem Siedlungsumfeld der Brachflächen in diese Wälder gelangt sind und den Artenreichtum beträchtlich bereichern. So weisen die Industriewälder einen Gehölzreichtum auf, der weit über dem natürlicher Wälder wie beispielsweise einem Buchenwald liegt (s. Tab. 3 u. 4). Dieser Artenreichtum an Gehölzen kann einerseits auf den Siedlungseinfluss, der von der Umgebung der Industriebrachen auf diese Flächen einwirkt, zurückgeführt werden. Andererseits ergeben sich aus dem Zusammenspiel von künstlichem Standort (Industriebrache) und natürlicher Entwicklung (Sukzession) eine Vielzahl neuer ökologischer Nischen, die dann insbesondere von neu eingeführten, gebietsfremden Gehölzen eingenommen werden [6]. Neue ökologische Nischen bedeuten zudem ein hohes Evolutionspotenzial, das bei den Gehölzarten besonders augenfällig ist. Vor allem sind es Pappeln und Birken (vgl. Informationsblatt, S. 32), die in Folge von Hybridisierungen entstehen. Sofern diese neu entstandenen Sippen in der Naturlandschaft fehlen, spricht man dabei von „Heimatlosen“ oder Anökophyten [7], d. h. ihr Vorkommen ist ausschließlich auf die Kulturlandschaft – und damit auch auf urban-industrielle Räume – beschränkt (vgl. Beitrag von *Sukopp* und *Gerhardt-Dircksen* in diesem Heft [11]).

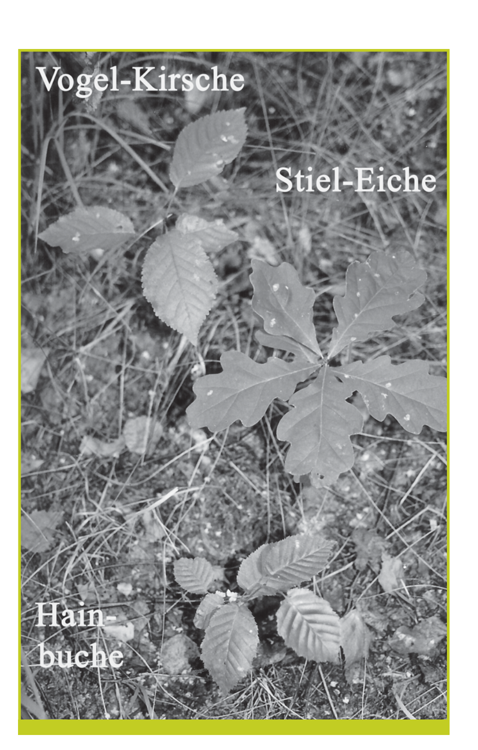


Abb. 6: Nach und nach treten Waldbaumarten wie Stiel-Eiche, Hainbuche und Vogel-Kirsche in den Pionierwäldern auf (Foto: *P. Gausmann*).

Tab. 3: Übersicht der Anzahl an Gehölzsippen auf verschiedenen Industriebrachen im Ruhrgebiet (DU = Duisburg; E = Essen; GE = Gelsenkirchen; MH = Mülheim a. d. Ruhr; OB = Oberhausen)

Fläche	Anzahl der Gehölzsippen in Vorwaldgesellschaften
ehem. Kokereigelände (DU)	> 40
ehem. Sinteranlage (DU)	> 30
Landschaftspark DU-Nord (DU)	54
Zeche Zollverein (E)	29
ehem. Brotfabrik Rugenberger (MH)	25
Brache Vondern (OB)	35
ehem. Zeche Alma (GE)	> 50
ehem. Zeche Rheinelbe (GE)	> 50
ehem. Mannesmann-Gelände (MH)	42
Waldteichgelände (OB)	> 25

Tab. 4: Anzahl der Gehölzsippen in naturnahen Waldbeständen und solchen mit ursprünglicher Waldnutzung

Fläche	Anzahl der Gehölzsippen
Niederwald auf Kalk (Weißenstein, Hagen, NRW)	max. 20
Birken-Sal-Weiden-Vorwald nach Windwurf über Flugsand (Duisburg-Mülheimer Wald, NRW)	max. 15
Waldmeister-Buchenwald (Hallenwald, Mastberg, Hagen, NRW)	max. 15
Hainsimsen-Buchenwald (Hallenwald, Auberg, Mülheim an der Ruhr, NRW)	max. 10

5 | Wald in der Stadt – wozu ?

Wälder in der Stadt können sich günstig auf das Stadtklima auswirken. Als „grüne Lunge“ filtern sie Schadstoffe und Stäube aus der Luft und wirken lärmreduzierend

[3]. Gleichzeitig binden sie durch Photosynthese das klimarelevante Treibhausgas Kohlenstoffdioxid im Holz und wirken so der allgemeinen Klimaerwärmung entgegen. Als Trittsteinbiotope sollen Waldflächen im städtischen Bereich dazu beitragen, bestehende Verinselungen zu überwinden und Pflanzen und Tiere das Wandern zu ermöglichen, damit ein genetischer Austausch zwischen Populationen stattfinden kann. Auch die Sozialfunktionen des Waldes (Schutz- und Erholungsfunktion) spielen gerade im dicht besiedelten Ruhrgebiet eine große Rolle. Auf der vom Regionalverband Ruhr (RVR) initiierten und mittlerweile gut bekannten „Route der Industrienatur“, wo diese Wälder Raum für die Naherholung bieten, soll der Bevölkerung diese „Natur aus zweiter Hand“ näher gebracht werden, die Industrienatur dient als Erlebnis (s. Beitrag von *Dreesmann* u. *Gerhardt-Dircksen* in diesem Heft, S. 4–12). In der Umweltpädagogik kann Wald in der Stadt als „grünes Klassenzimmer“ den Schulklassen Informationen über das Ökosystem Wald vermitteln [2]. So findet sich z. B. auf dem Gelände der ehemaligen Zeche „Rheinelbe“ in Gelsenkirchen-Ückendorf eine eigens zu diesem Zweck eingerichtete Forststation, wo ein Forstangestellter betreute Führungen für Schulklassen ausrichtet. Industriewälder sind außerschulische Lernorte, die dazu beitragen können, bei Kindern das Interesse an der Natur zu wecken und für naturkundliche Fragestellungen zu sensibilisieren. Wald in der Stadt stellt zudem eine spürbare Erhöhung der Lebensqualität für die Bewohner des Ruhrgebietes dar, denn es wird Raum für Freizeit, Erholung und Naturerlebnis direkt „vor der Tür“ geboten. Gleichzeitig werden Pioniergeist und Entdeckungsfreude der Menschen herausgefordert, denn als Prozess einer „Wundheilung“ der Landschaft entwickeln sich aus bedrohlich wirkenden Stätten des Verfalls Orte mit besonderer Naturatmosphäre. Den im Ruhrgebiet lebenden Menschen soll dieser Industriewald mit Hilfe der beteiligten Institutionen wie z. B. dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW näher gebracht werden, damit sich die Bevölkerung mit der Idee des Industriewaldes identifiziert.

6 | Fazit

Die zahlreichen Vorkommen von anspruchsvollen Waldbaumarten in diesen Industriewäldern lassen die Vermutung begründet erscheinen, dass die Waldentwicklung mit diesen Pionierwäldern noch nicht zum Abschluss gekommen ist, sondern noch weiter gehen wird, möglicherweise zu einem Buchen- oder Eichenwald. Es entsteht also – wenn auch in langfristigen Zeiträumen von vermutlich mehreren Jahrzehnten – in Teilen des Ruhrgebietes wieder eine naturnahe Waldlandschaft mit Arten, die vielleicht vor den landschaftsprägenden Einwirkungen des Menschen in diesem Raum einmal ursprünglich vorkamen. Die Landschaft im Ruhrgebiet befindet sich also in den von der Industrie verlassenen Teilbereichen in einem Zyklus, nämlich von einer Industrielandschaft zurück zur Naturlandschaft. Interessant erscheint dabei auch der Aspekt, dass in Nordrhein-Westfalen die passive Waldvermehrung durch Sukzession auf Industrie- und Bahnbrachen als Form der Flächenentwicklung heute die aktive Waldvermehrung durch Wiederaufforstung sogar überwiegt [9]. Durch die Situation einer sukzessionalen Entwicklung auf ehemaligen industriell geprägten Standorten sind ungewollt neue Typen von Wäldern entstanden, die nicht nur sehr artenreich, sondern gerade in der Kombination dieser Arten etwas völlig Eigenständiges, geradezu Ruhrgebietstypisches darstellen. Welche Typen von Wäldern sich letztendlich einmal auf den Restflächen einstellen werden, bleibt eine der spannenden Fragen der Sukzessionsforschung. Die zunehmende Bewaldung der industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet ermöglicht zudem ein sinnvolles Nebeneinander von Naturschutz und Naherholung, wenn entsprechende Konzepte umgesetzt werden. Die Bedeutung der Industriewälder für die Menschen im Ruhrgebiet ist – gerade im Hinblick auf Naherholung und Naturerlebnis – trotz ihres geringen forstlich-ökonomischen Wertes als sehr hoch einzustufen.

Literatur

[1] *Bleeker, W.*: Hybridisierung im Focus moderner Biodiversitätsforschung. PdN-BioS 4/**54** (2005), S. 18–21.
[2] *Dettmar, J.*: Forest for Shrinking Cities ? – The Project „Industrial Forest of the Ruhr“. In: Wild Urban Woodlands, S. 263–276. – Heidelberg 2005.
[3] *Dohlen, M.* u. *Schmitt, T.*: Konzept stoffhaushaltlicher Bilanzen in urbanen Ökosystemen dargestellt am Beispiel von Wäldern in Bochum. In: Themen, Trends und Thesen der Stadt- und Landschaftsökologie. Bochumer Geographische Arbeiten H. **14** (2003), S. 21–27.
[4] *Gausmann, P.*: Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an urban-industriellen Vorwäldern im Ruhrgebiet. – Diplomarbeit am Geographischen Institut u. der AG Geobotanik der Ruhr-Universität Bochum 2006.
[5] *Haeupler, H.* u. *Muer, T.*: Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart 2000.
[6] *Keil, P.* u. *Loos, G. H.*: Urbane Wälder als ein Produkt von Kultur und Natur: Vorwaldgesellschaften der Industrie-, Gewerbe- und Bahnbrachen des Ruhrgebietes. – Elektronische Aufsätze der Biologischen Station Westliches Ruhrgebiet **2**, 2003. (www.bswr.de → Veröffentlichungen 2003).
[7] *Keil, P.* u. *Loos, G. H.*: Anökophyten im Siedlungsraum des Ruhrgebietes – eine erste Übersicht. – CONTUREC (Darmstadt) **1** (2005), S. 27–34. (auch in: Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. – URL: http://www.tlugjena.de/start/downloadarea/download/biodiversitaet/ beitraege_1_6.pdf)
[8] *Keil, P., Fuchs, R.* u. *Loos, G. H.*: Auf lebendigen Brachen unter extremen Bedingungen. Industrietypische Flora und Vegetation des Ruhrgebietes. – PdN-BioS 2/**56** (2007), S. 20–26.
[9] *LÖBF* (Hrsg.): LÖBF-Mitteilungen Recklinghausen H. **4** (2005), S. 147–167.
[10] *Rebele, F.* u. *Dettmar, J.*: Industriebrachen – Ökologie und Management. – Stuttgart 1996.
[11] *Sukopp, H.* u. *Gerhardt-Dircksen, A.*: Neophyten – ihre Rolle in Flora und Vegetation der Kulturlandschaft. – PdN-BioS 2/**56** (2007), S. 13–19.
[12] *Weiss, J.*: „Industriewald Ruhrgebiet“. Freiraumentwicklung durch Brachensukzession. LÖBF-Mitteilungen Recklinghausen H. **1** (2003), S. 55–59.
[13] *Weiss, J., Burghardt, W., Gausmann, P., Haag, R., Haeupler, H., Hamann, M., Leder, B., Schulte, A.* u. *Stempelmann, I.*: Nature Returns to Abandoned Industrial Land – Monitoring Succession in Urban-Industrial Woodlands in the German Ruhr. In: Wild Urban Woodlands. Springer. Heidelberg 2005. S.143–162.
[14] *Wisskirchen, R.* u. *Haeupler, H.*: Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Stuttgart 1998.
Weiterführende Literatur finden Sie in der www Online-Ergänzung.

Dank
Für allgemeine Anregungen und kritische Hinweise danken wir herzlich Herrn Prof. Dr. *Henning Haeupler* (Bochum) und Frau Prof. Dr. *A. Gerhardt-Dircksen* (Bielefeld), für die Anfertigung der Übersichtskarte (Abb. 2) mit ArcView danken wir Herrn Dr. *Randolph Kricke* (Oberhausen).

Anschrift der Verfasser
Dipl.-Geogr. *Peter Gausmann*, Ruhr-Universität Bochum, Spezielle Botanik, AG Geobotanik, Universitätsstr. 150, D-44780 Bochum, E-Mail: sphagnumgausmann@web.de
Dr. *Joachim Weiss*, LANUV NRW, Dez.: Biomonitoring/Erfolgskontrollen, Leibnizstr. 10, D-45659 Recklinghausen, E-Mail: joachim.weiss @löbf.nrw.de
Dr. *Peter Keil*, Dipl.-Geogr. *Götz H. Loos*, Biologische Station Westliches Ruhrgebiet, Ripshorster Str. 306, D-46117 Oberhausen. Homepage: www.bswr.de, E-Mail: peter.keil@bswr.de, goetz.h.loos@bswr.de

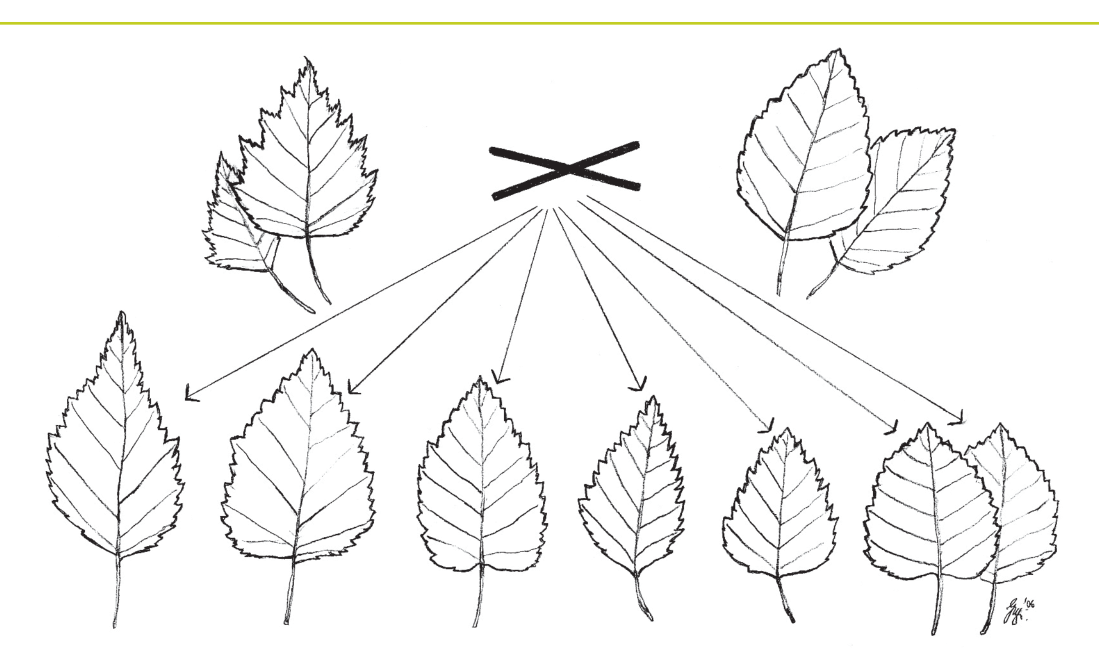


Abb.: Beispiel für den Beginn von Artneubildungen in Industriewäldern: Die Elternarten Hänge-Birke (*Betula pendula*; links oben) und Moor-Birke (*B. pubescens*; rechts oben) hybridisieren und ergeben verschiedene Kreuzungsprodukte Bastard-Birke (*B.* × *aurata*; unten), die sich teilweise merkmalsstabil weitervermehren. An den Kreuzungen können auch weitere, in städtischen Parks und Gärten gepflanzte Birkenarten beteiligt sein.

Hybridisierungen bzw. *Bastardisierungen* sind Evolutionsprozesse, aus denen in der Kulturlandschaft *Anökophyten* (Heimatlose) entstehen können, also Pflanzen, die in der primären Naturlandschaft fehlen (zur Terminologie s. *Sukopp* [11]). Ins Auge fallend sind die *hybridogenen Sippen*, die durch Kreuzungen von zunächst zwei Arten entstehen. *Primäre Hybriden* stabilisieren sich gelegentlich und pflanzen sich nachfolgend erbkonstant fort, so dass die Grenze zu einer neuen Art überschritten wird. Sie können auch – genetisch fixiert oder nicht – an komplexeren Kreuzungen beteiligt sein, also mit einer oder mehreren weiteren Arten hybridisieren. Weiterhin sind Rückkreuzungen mit einer oder allen beteiligten Elternarten möglich, woraus sich wiederum neue Biotypen ergeben können. Derartige *introgressive Hybridisationen* führen zu netzartigen Beziehungen zwischen den Sippen (*retikulate Evolution*; zur Hybridstabilisierung s. [1]).
Die Bastard-Birke (*Betula* × *aurata* [5; 14]) ist ein spontan entstandener Bastard aus Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Moor-Birke (*Betula pubescens*). Charakteristisch für einige Typen der Bastardbirke ist eine Borke von hell- bis goldbrauner, meist jedoch dunkelbrauner, fast schwarz erscheinender Farbe. Die reine Hänge-Birke hat außer im allerjüngsten Zustand dagegen immer eine weiße Borke mit schwarzen Längsrissen. Die Blätter von *Betula* × *aurata* weisen meist eine rundliche bis herzförmige Form auf im Gegensatz zu den lang zugespitzten Blättern von *B. pendula*, sind also denen von *B. pubescens* insgesamt ähnlicher. Anders als die auf Industriebrachen nur sehr selten auftretende Moor-Birke ist die Bastard-Birke regelmäßig an Industrie- und Stadtstandorten anzutreffen. Hier hat offensichtlich ein Einnischungsprozess der Hybriden, die möglicherweise besser an den Extremstandort Industriebrache angepasst sind als die Elternarten, begonnen. Hybriden zwischen Hänge- und Moor-Birke haben bereits an ganz anderen Standorten Einnischungsprozesse hinter sich: Die Karpaten-Birken (*B. carpatica* s. l.), die in Mittelgebirgsmooren in weiten Teilen Europas vorkommen und untereinander nicht ganz einheitlich aussehen, sind ebenfalls Ergebnisse lokaler Einnischungen stabilisierter introgressiver Hybridabkömmlinge der Kombination *B. pendula* × *pubescens*.

Retikulate Evolution (netzartige Evolution)

Bei der retikulaten Evolution führen Rückkreuzungsprozesse der Hybriden mit den Elternarten dazu, dass entweder eine oder möglicherweise sogar beide Elternarten aufbastardisiert werden. Dies kann so weit gehen, dass sich in der Naturlandschaft fast keine „reinen“, d. h. ursprünglichen Elternarten mehr finden lassen. Beispiele für retikulate Evolution in unserer heimischen Flora finden sich in den Gattungen Weide (*Salix*) und Weißdorn (*Crataegus*), in denen die Arten Grau-Weide (*Salix cinerea*) und Großkelchiger Weißdorn (*Crataegus rhipidophylla*) allmählich durch Introgressionen mit den aus ihnen entstandenen Hybriden verschwinden.